Drivhuseffekten

Det store eksperiment

Energibevægelsen OOA

Det store eksperiment...

Hvor meget skal der til før jordens klimasystemer går ud af balance? Det er et spørgsmål, vi ikke idag kender svaret på. Og det er desværre umuligt at lave forsøg med klimaet i et laboratorium. Men vi får måske alligevel svar på spørgsmålet i løbet af de næste 100 år. Det stadigt voksende udslip af drivhusgasser - først og fremmest kuldioxid - fra menneskets aktiviteter kan ses som et storstilet eksperiment med balancen i jordens klimasystem. Spørgsmålet er, om vi har lyst til at kende udfaldet af eksperimentet?

Menneskets aktiviteter og et stigende befolkningspres er i forvejen ved at ødelægge balancen i mange økosystemer. Og intensiv opdyrkning, store husdyrhold osv. har allerede ødelagt økosystemerne mange steder på jorden. Ofte med oversvømmelser eller ørkendannelse og tørke til følge. Hertil kan vi føje den voldsomme spredning af miljøgifte, hvis konsekvenser vi endnu ikke kender det fulde omfang af.

Hvis vi til alle disse velkendte problemer lægger de mulige konsekvenser forårsaget af en voksende drivhuseffekt, kan resultatet blive katastrofalt. Det er forhåbentlig ikke for sent at afværge de værste følger af menneskets eksperimenteren med klimaet. Vi ved, hvordan vi kan nedsætte udslippene af drivhusgasser. Men har vi også viljen til at gøre det?

Udgivet af Organisationen til Oplysning om Atomkraft OOA, 1996
Ryesgade 19, 2200 Kbh. N. Tlf. 31 35 55 07

Redaktion og lay-out: Stig Melgaard
Redaktionel følgegruppe: Bjarne Hejlskov Nielsen, Jette Johnsen og Tarjei Haaland
Akvareller: Jytte Sonne
Øvrige illustrationer: Stig Melgaard
Fotos: Biofoto, Greenpeace, Jesper Jensen, Bent Johnsen, Jette Johnsen, Stig Melgaard m.fl.
Grafisk Produktion: Sun Media
Tryk: Rounborgs Grafiske Hus

Udgivet med støtte fra Undervisningsministeriets tips- og lottomidler

I bakspejlet

Drivhuseffekten - som denne pjece handler om - er ikke nogen ny foreteelse på jorden. Den har eksisteret så længe, jorden har haft en atmosfære. Og den er forudsætningen for livet på jorden. Hvis ikke drivhuseffekten holdt på varmen fra solen, ville jordens overflade være ca. 33 grader koldere, end den faktisk er. Det vil sige i gennemsnit -18 grader, hvilket er for koldt for næsten enhver form for liv.

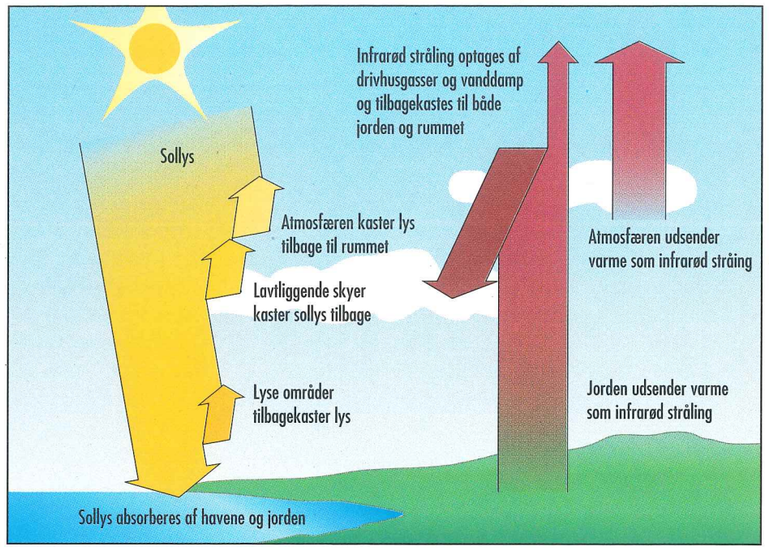
Temperaturen har i hvert fald i de sidste 2 milliarder år været stabil nok til at livet kunne udvikle sig fra eencellede organismer til det, vi kender idag. Men det betyder ikke, at klimaet har været stabilt. Varme, frodige perioder har vekslet med lange, kolde perioder med udbredte istider.

På dinosaurernes tid, for mellem 100 og 200 millioner år siden, var jordens gennemsnitstemperatur oppe på over 20 grader (°C). I øjeblikket befinder vi os i en periode med global afkøling, som startede for omkring 50 millioner år siden. Perioden er præget af lange istider med varmere intervaller. Vi befinder os i øjeblikket i et sådant varmere interval, som startede for ca. 10.000 år siden. Mange mener, at man kan forvente den næste istid inden længe. Det vil sige om ca. 5.000 år. Det er ikke meget i geologisk målestok, men set i menneskelig målestok er der altså alligevel et godt stykke tid til.

Vores viden om de faktorer, der bestemmer det globale klima er stadig mangelfuld. Men meget tyder på, at det langt fra er så stabilt, som vi har troet. Derfor er det ekstra bekymrende, at vi nu er begyndt selv at eksperimentere med klimaet.

Den naturlige drivhuseffekt

Den mængde energi, jorden modtager fra solen, svarer præcis til den energi, der sendes ud i rummet igen. Når solens stråler rammer jordoverfladen omdannes de kortbølgede stråler til varmestråling (infrarøde stråler). Drivhuseffekten gør, at den infrarøde stråling ikke stråles direkte ud i rummet, men optages af atmosfærens drivhusgasser og partikler og genindstråles til jordens overflade, så den opvarmes yderligere. Den infrarøde stråling bliver så at sige genbrugt før den slipper ud i verdensrummet.



Drivhuseffektens historie

Jordens tidlige atmosfære og dermed udviklingen af drivhuseffekten er endnu langt fra forstået. Her er vist et bud på, hvordan udviklingen kan have været ud fra den viden, vi har idag.

For 4,5 milliarder år siden var solen ca. 25% koldere end i dag. I takt med, at solindstrålingen er øget, er drivhuseffekten i tidens løb aftaget. Det har betydet, at temperaturen generelt har holdt sig inden for de grænser, der har været optimale for livets udvikling. Hvilke mekanismer, der har sørget for at holde denne balance, ved vi endnu ikke ret meget om. Det vi ved er, at en kombination af geologiske og biologiske mekanismer har sørget for, at CO_2 til stadighed er blevet deponeret i jordskorpen, således at CO_2 indholdet i atmosfæren er faldet.

Selvom temperaturen generelt har holdt sig indenfor de grænser, der har været optimale for liv, betyder det ikke at balancen mellem drivhuseffekt og solindstråling har været stabil. Fra havbundssedimenter kan vi se, at der i de sidste ca. 900 millioner år har været 3 lange „drivhus" perioder med en global gennemsnitstemperatur på over 20°C med lange mellemliggende istidsperioder. Den sidste sluttede for ca. 50 millioner år siden, og vi befinder os i øjeblikket nærmest i en varmere del af en lang istidsperiode.

Den hadiske periode

Superdrivhuset
4,6 - 3,7 milliarder år siden

Den arkæozoiske periode

Livet opstår
3,7 - 2,5 milliarder år siden

Den proterozoiske periode

Ilt i atmosfæren
2,5 - 0,7 milliarder år siden

Den fanerozoiske periode

Planter og dyr
0,7 milliarder år siden til vore dage

Nutiden

Mennesket griber ind
Vore dage til ...

Jordens tidligste atmosfære bestod af luftarter, der blev frigjort ved vulkanudbrud. Hovedparten har sandsynligvis været vanddamp, som efterhånden fortættedes og dannede jordens oceaner. Resten har bestået af kuldioxid, som der var langt mere af end i dag (ca. 10%) samt svovldioxid, kvælstof (nitrogen), kulilte og lidt brint. Selvom solen var ca. 25% koldere end idag, var jorden alligevel varmere. Dels på grund af den høje vulkanske aktivitet, dels på grund af den meget høje drivhuseffekt skabt af vanddamp og kuldioxid.

I løbet af perioden bindes store mængder kuldioxid som karbonater til forvitrede bjergarter gennem hyppige og voldsomme regnskyl.

For ca. 3,5 milliarder år siden opstod de første levende organismer, sandsynligvis i form af methandannende bakterier. Disse bakterier kan have fået methanindholdet i atmosfæren til at stige. Da methan også er en drivhusgas, kan dette i nogen grad have kompenseret for al den kuldioxid, der er blevet bundet i jordskorpen som karbonater.

Der er sandsynligvis også opstået fotosyntetiske bakterier på et tidligt tidspunkt. Den dannede ilt er imidlertid hurtigt blevet bundet til reducerende forbindelser i omgivelserne - f.eks. jern. Atmosfæren bestod primært af kvælstof (nitrogen) med et kuldioxid og methanindhold på 1,0 - 0,1%. Ilt har kun eksisteret som et sporstof.

For mellem 2,5 og 2 milliarder år siden begyndte iltkoncentrationen i atmosfæren langsomt at stige på grund af iltoverskuddet fra iltproducerende (fotosyntetiske) blågrønalger.

Samtidig faldt kuldioxidindholdet i atmosfæren jævnt, dels som følge af dannelse af kalciumkarbonat udfra forvitrede basaltbjergarter og CO_2-holdigt regnvand, dels som følge af aflejringer af mikroorganismer med kalkskaller (kalkflagellater) på havbunden.

En kraftig opblomstring af kalkdannende een- og flercellede organismer for ca. 900 millioner år siden kan have øget deponeringen af CO_2 og dermed fået drivhuseffekten til at falde med en istid til følge.

De sidste 700 millioner år er den periode, hvor livet for alvor har udviklet sig fra eencellede organismer til de højerestående pattedyr.

Deponeringen af organisk materiale på havbunden fortsatte. Nogle af disse aflejringer er under tryk blevet omdannet til de olie- og gasdepoter, vi kan finde idag.

I kultiden for ca. 300 millioner år siden var jorden domineret af sumpede skovområder. Aflejringerne fra disse kæmpemæssige sumpskove finder vi idag som kullag i jorden.

Den gradvise deponering af CO_2 som organisk materiale har i løbet af perioden fået CO_2-indholdet til at falde til mellem 200 og 300 ppm.

Menneskets udvikling fra primitiv abe til nutidsmenneske er sket i en periode, hvor klimaet har svinget mellem udbredte istider og varmere perioder.

Efter den sidste istid for ca. 10.000 år siden har CO_2-indholdet i atmosfæren ligget nogenlunde stabilt.

I løbet af de sidste 200 år har mennesket i et stadigt hurtigere tempo brændt de lagre af organisk materiale af, som er blevet deponeret som kul, olie og naturgas i løbet af de sidste mange hundrede millioner år. Hermed frigøres det CO_2, som har været bundet i det organiske materiale. Det betyder, at CO_2-indholdet i atmosfæren stiger, og drivhuseffekten vil også uundgåeligt stige.

I drivhuset

Vi har i lang tid troet, at naturen var for stor og stabil til, at menneskets aktiviteter kunne have nogen særlig betydning for de store sammenhænge, som f.eks. klimaets svingninger. Denne holdning har vi været nødt til at revidere grundlæggende i løbet af de sidste årtier.

Vi ved nu, at atmosfærens indhold af de stoffer, der bestemmer drivhuseffekten - de såkaldte drivhusgasser - i løbet af de sidste 250 år er vokset stadig hurtigere. Vi ved også, at det først og fremmest er menneskets afbrænding af fossile brændsler som kul, olie og gas samt den omfattende skovrydning, som har øget mængden af drivhusgasser i atmosfæren.

Afbrænding af fossile brændsler øger mængden af kuldioxid i atmosfæren. Hidtil har det i første række været de rige lande, som har været de store energiforbrugere. Men i løbet af de næste årtier vil energiforbruget og dermed afbrændingen af fossile brændsler stige voldsomt, først og fremmest i dele af den tredje verden, specielt Kina og andre østasiatiske lande. Dette skyldes såvel befolkningstilvæksten som den stigende økonomiske vækst i disse lande.

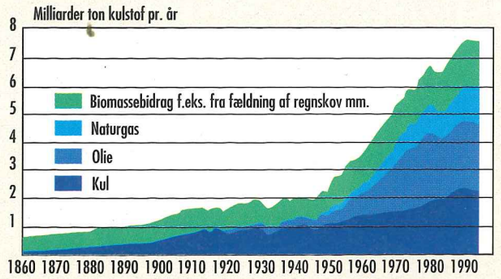
Mange faktorer er med til at øge mængden af drivhusgasser i atmosfæren. Større energiforbrug, flere biler osv. står for en væsentlig del af stigningen. Men også fældning og afbrænding af skovområder, stigende antal husdyr og voksende landbrugsarealer bidrager til drivhuseffekten.

De vigitigste drivhusgasser

Skemaet viser de fire vigtigste, menneskeskabte drivhusgasser. Herudover spiller ozon og vanddamp en rolle som drivhusgasser. I de nedre luftlag dannes ozon når sollys spalter kvælstofilter (NO_x) og kulilte (CO) f.eks. fra bilers udstødningsgasser.

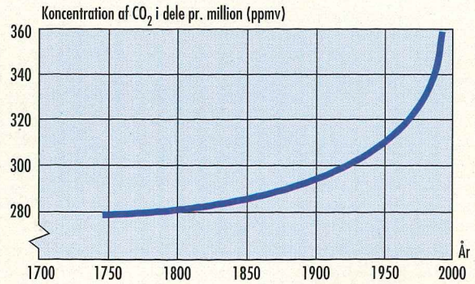
Drivhusgas	Menneskeskabte kilder	Data
Kuldioxid CO_2	Afbrænding af fossile brændsler (kul, oile og gas). Afbrænding og fældning af skove.	Før-industrielt niveau: 280 ppm Nuværende niveau: 360 ppm Levetid i atmosfæren: 50-200 år Opvarmningsevne: 1 (i forhold til andre drivhusgasser)
CFC-gasser HCFC-gasser	Husholdningsapparater og industri. Anvendes i køleanlæg, til aircondition, skumplast, opløsningsmidler og sterilisering.	Før-industrielt niveau: 0 Nuværende niveau: 0,0008 ppm Levetid i atmosfæren: 65-130 år Opvarmningsevne: 12-15.000
Methan CH_4	Gæringsgasser fra kvæg. Rismarker. Lossepladser. Udslip fra gas- og olieudvinding.	Før-industrielt niveau: 0,8 ppm Nuværende niveau: 1,74 ppm Levetid i atmosfæren: ca. 10 år Opvarmningsevne: 21
Lattergas N_2O	Kvælstofbaseret kunstgødning. Afbrænding af fossilt brændsel og biomasse.	Før-industrielt niveau: 0,28 ppm Nuværende niveau: 0,31 ppm Levetid i atmosfæren: 130-150 år Opvarmningsevne: 200

CO_2-udslippet fra fossile brændsler og biomasse stiger



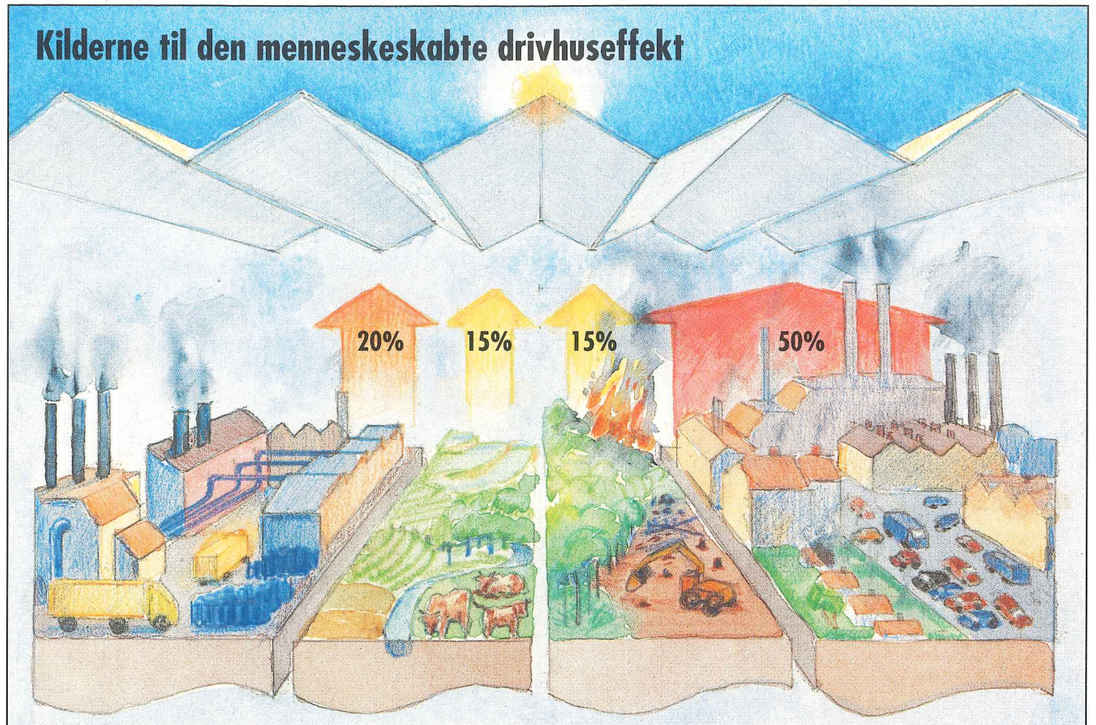
Det årlige udslip af CO_2 er steget voldsomt siden slutningen af 1800-tallet. Uden indgreb vil denne udvikling fortsætte på grund af befolkningstilvækst og stigende energiforbrug. I øjeblikket bidrager de rige landes ca. 20% af jordens befolkning med ca. 80% af udslippet.

Atmosfærens indhold af CO_2 stiger



CO_2-indholdet i atmosfæren er steget kraftigt i de sidste 250 år. Og specielt de sidste 50 år har stigningen været voldsom. Fortsætter denne udvikling, vil koncentrationen være fordoblet inden udgangen af næste århundrede.

Kilderne til den menneskeskabte drivhuseffekt



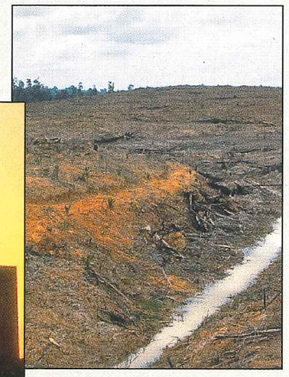
Produktion og brug af CFC-gasser og HCFC-gasser (CFC- og HCFC-gasserne er under afvikling p.gr. af deres nedbrydende virkning på ozonlaget)

Rismarker (CH_4)
Kunstgødning (N_2O)
Kvægfarme (CH_4)
Lossepladser (CH_4)

Fældning og afbrænding af tropiske skove (CO_2)

Afbrænding af fossile brændsler (CO_2, NOx, CO, CH_4)

Afbrænding af fossile brændsler til opvarmning, elproduktion og transport er den største enkeltpost i regnskabet for menneskeskabte drivhusgasser. I øjeblikket stammer det meste fra den rige verdens energiforbrug. Men i mange udviklingslande, specielt i Sydøst-asien og i Kina, vokser energiforbruget hurtigt.



Hvert år ryddes eller afbrændes 17 mio. ha. tropisk skov eller ca. 4 gange Danmarks areal. Dette frigør store mængder CO_2. I de tropiske regnskove er muldlaget oftest meget tyndt. Blotlægges jorden efter rydning af skoven vil muldlaget forsvinde i løbet af få år og risikoen for ørkendannelse øges.

Rismarker danner store mængder methan, når organisk stof nedbrydes uden ilt (anaerobt) i de oversvømmede marker. Skal der dyrkes flere ris til en voksende befolkning, vil udslippene af methan ligeledes vokse.

Vil klimaet ændre sig?

Ja! Også uden menneskets indgriben vil klimaet på jorden uundgåeligt ændre sig. Alene af den grund, at solen langsomt men sikkert bliver varmere. Men også på kort sigt svinger klimaet. Naturlige variationer i jordens bane omkring solen påvirker det globale klima, og solens skiftende solpletaktivitet kan muligvis også have betydning for klimaet. Naturlige hændelser som vulkanudbrud påvirker klimaet ved at sende store mængder partikler og CO_2 ud i atmosfæren.

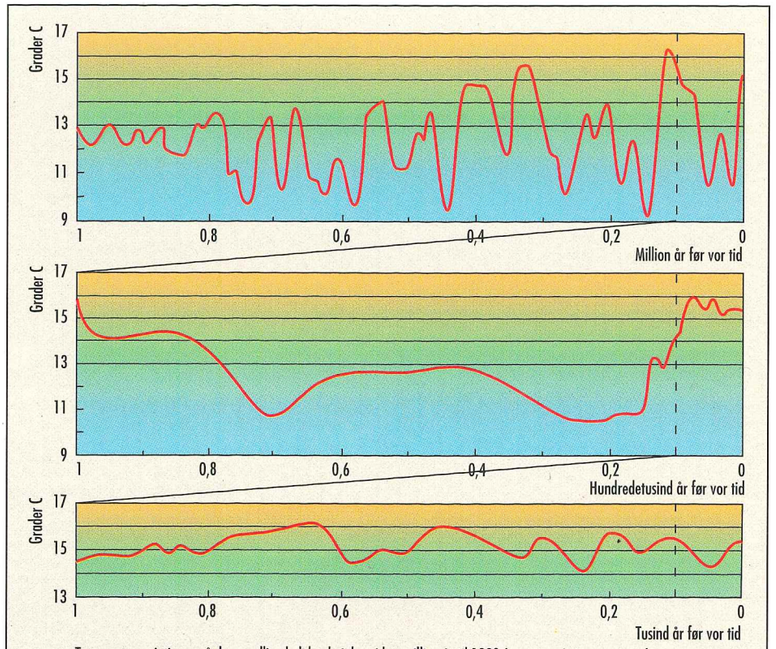
Jordens klima ser ud til at befinde sig i en slags ustabil balance, som endnu kun er dårligt forstået.

Menneskets udledning af drivhusgasser føjer endnu en faktor til denne ustabile balance. I løbet af de sidste 200 år er CO_2-indholdet i atmosfæren steget fra ca. 280 ppm til ca. 360 ppm, hvilket er højere end på noget tidspunkt inden for de sidste 160.000 år. Fortsætter vi med at udlede CO_2, vil koncentration i løbet af det næste århundrede nå op på det dobbelte af niveauet før industrialiseringen begyndte. Og den globale gennemsnitstemperatur kan ifølge Det internationale klimapanel, IPCC, stige med op til 3°C allerede i løbet af de næste hundrede år.

Istidsmennesket

I al den tid, mennesket har levet på jorden, har istider skiftet med varmere perioder. Som figuren viser, har istiderne dog tidsmæssigt været de dominerende.

Istiderne er typisk indtrådt med ca. 100.000 års mellemrum, adskilt af varmere mellemistider på 20 - 50.000 år. Det ser ud til at være en sådan mellemistid, vi lever i nu. Hvis det er rigtigt, vil den næste istid indtræffe tidligst om ca. 5.000 år, forudsat at vi ikke har ændret voldsomt på klimaet inden da.



Temperaturvariationer på den nordlige halvkugle i den sidste million år til 1980 (gennemsnitstemperaturer).

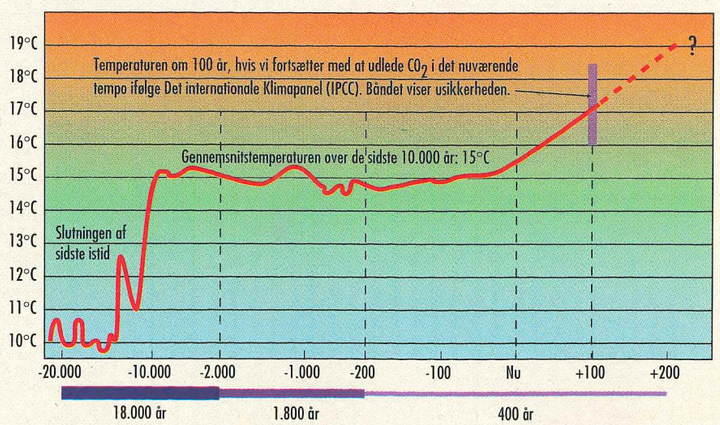
Næste århundrede

Den varmeste periode i løbet af den sidste million år, var den såkaldte emtid for ca. 120.000 år siden. Da var den globale gennemsnitstemperatur over 16°C.

Selvom vi med det samme begynder at skære drastisk ned på CO_2-udslippene, vil vi allerede først i næste århundrede være over denne temperatur.

Fortsætter vi med at udlede CO_2 i det nuværende tempo, kan vi ved slutningen af næste århundrede nå globale gennemsnitstemperaturer på op imod 18°C eller måske mere.

Sådanne temperaturer har ikke været set i flere millioner år. Dvs. længere end der har eksisteret mennesker på jorden.



Menneskets indgriben giver modsat rettede påvirkninger

Den menneskelige påvirkning af klimaet er langt fra entydig. F.eks. virker de såkaldte CFC-gasser nedbrydende på ozonlaget, hvilket betyder en større ultraviolet stråling. Men da ozon også er en drivhusgas, vil drivhuseffekten samtidig mindskes. Samtidig er CFC-gasserne nogle af de kraftigste drivhusgasser, vi kender.

Aerosoler dæmper drivhuseffekten

Luftforurening med svovlforbindelser fra afbrænding af kul og olie ser ud til at modvirke eller snarere „forsinke" den øgede drivhuseffekt, der også følger med afbrænding af fossile brændsler.

Svovlforbindelserne danner såkaldte sulfataerosoler i atmosfæren. Disse aerosoler bevirker både i sig selv og ved en øget skydannelse i atmosfæren en øget tilbagekastning af sollyset til verdensrummet.

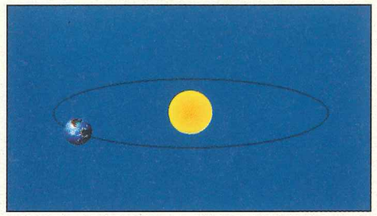
Naturlige klimasvingninger og forstyrrelser

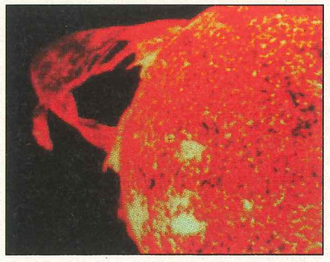
Også uden menneskets påvirkning varierer klimaet hele tiden - både over få årtier og over lange perioder på hundredetusinder af år. Naturlige begivenheder som store vulkanudbrud og - med millioner års mellemrum - nedslag af kæmpemeteorer på jorden kan forårsage endog drastiske klimasvingninger. Det er muligt, at et voldsomt klimaskift forårsaget af et kæmpemeteor var den primære årsag til at dinosaurerne uddøde for ca. 65 millioner år siden.

Når klimaet i forvejen skifter hele tiden, er det klart, at det kan være svært at skelne en menneskeskabt påvirkning fra de naturlige svingninger. I det mindste sålænge den menneskeskabte påvirkning er forholdsvis lille.

Solens stråling varierer

En af de faktorer, der er med til at skabe de langsigtede klimasvingninger, er variationer i jordens bane omkring solen. Disse variationer i jordens afstand og hældning i forhold til solen varierer med perioder på ca. 26.000 år, 41.000 år og 100.000 år. Disse perioder passer godt med de skift mellem istider og mellemistider, man har kunnet registrere i borekerner fra indlandsisen og fra havbundssedimenter.



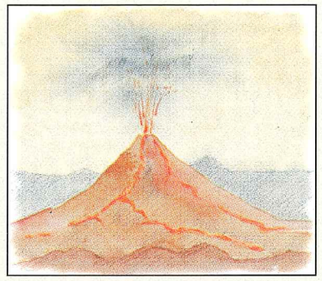


Solpletter

Mindre og mere kortvarige klimasvingninger ser ud til at kunne hænge sammen med små svingninger i solens aktivitet og dermed den energi, jorden modtager fra solen.

Vulkanudbrud

Store vulkanudbrud kan have en dobbelteffekt. Dels sender de store mængder støvpartikler og svovlforbindelser ud i atmosfæren, hvilket virker hæmmende på drivhuseffekten. Dels sender vulkanudbrud store mængder CO_2 ud, hvilket øger drivhuseffekten.



IPCC

IPCC er et internationalt panel af klimaforskere nedsat af FN's miljøorgan UNEP og the World Meteorological Organization med det formål at vurdere de mulige konsekvenser af den stigende udledning af drivhusgasser til atmosfæren.

IPCC består af repræsentanter for 116 regeringer, 13 mellemstatslige og 25 ikke-statslige organisationer.

IPCC's konklusioner skal ses i lyset af, at der i panelet deltager repræsentanter fra olieproducerende lande, som for nogles vedkommende har en interesse i at nedtone konsekvenserne af en stigende drivhuseffekt.

Også den internationale kul- og olielobby har forsøgt at påvirke IPCC's konklusioner.

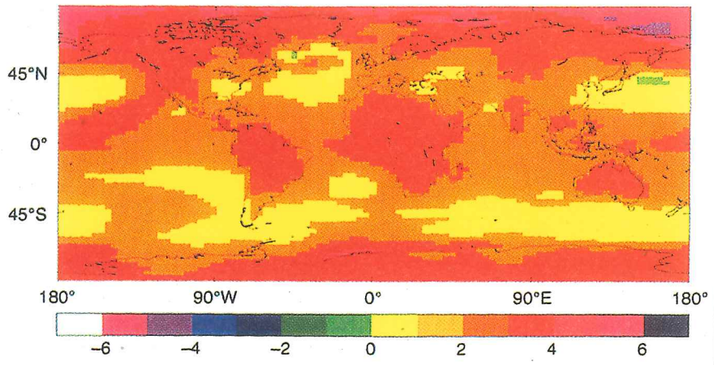
Når IPCC i sine sidste rapporter siger, at den stigende drivhuseffekt er ved at slå igennem, er der altså al mulig grund til at tage deres ord alvorligt. Der er ingen grund til at tro, at disse konklusioner er for pessimistiske - snarere tværtimod.

Når klimaet ændrer sig!

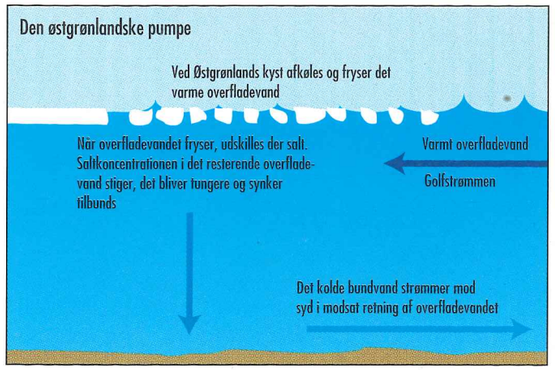
Hvad sker der, når jordens klima ændrer sig? De sidste 10.000 år har klimaet været bemærkelsesværdigt stabilt i forhold til de foregående hundredetusinder af år. Boringer i Grønlands indlandsis har fremvist uventet bratte skift mellem varme og kolde perioder med temperaturfald eller -stigninger på op til 10°C i løbet af få årtier. Disse svingninger er langt hurtigere end den varierende solindstråling kan forklare. Årsagen kendes ikke med sikkerhed, men skift i havstrømmene kan være en forklaring. Boreprøverne viser, at jordens klima - også uden menneskets påvirkning - kan kastes ud i perioder med tilsyneladende kaotiske svingninger.

Målingerne kan tages som en advarsel om, at en øget drivhuseffekt ikke nødvendigvis vil medføre en langsom global opvarmning. Hurtige og uforudsigelige skift er en anden nærliggende risiko.

Usikre klimamodeller
Når drivhuseffekten vokser - på grund af CO_2-udslip, fældning af skove mm. - vil den globale middeltemperatur også stige. Så meget ved vi med sikkerhed. Men hvordan dette vil påvirke klimaet lokalt er meget sværere at forudsige. Computerberegninger af, hvordan klimaet kan udvikle sig - såkaldte klimamodelberegninger - viser, at temperaturstigningerne kan blive meget varierende. I nogen områder kan der endog blive tale om temperaturfald. På grund af de mange faktorer, der har indflydelse på klimaet, er sådanne modelberegninger dog stadig ret usikre.



Computerberegning af ændringerne i jordens overfladetemperatur ved en fordobling af atmosfærens CO_2-indhold. Modellen tager også hensyn til aerosoler. (IPCC 1995)



Havstrømmene - den ukendte faktor

Vi ved med sikkerhed, at de store havstrømme betyder utroligt meget for jordens klimaregulering. Men nøjagtig hvordan de fungerer og hvad der vil ske, når jorden bliver varmere, ved vi kun meget lidt om. En af de ting, som kan ske, er, at Golfstrømmen svækkes eller måske skifter retning.

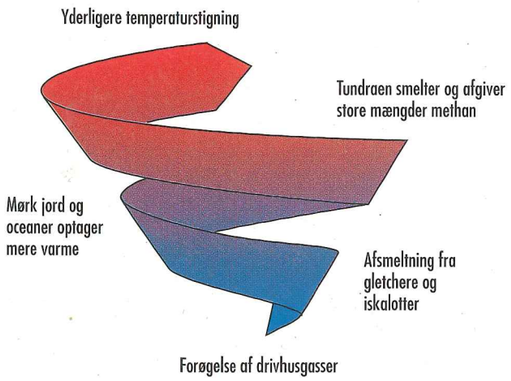
Det menes, at Golfstrømmen bl.a. holdes igang af en gigantisk naturlig pumpe ved Østgrønlands kyst, hvor isdannelse får det salte overfladevand til at synke tilbunds, så der „suges" nyt overfladevand til sydfra. Der er meget, der tyder på, at denne pumpe er kraftigt svækket på grund af for lidt isdannelse. Hvis dette betyder at Golfstrømmen svækkes eller ændrer retning, kan det paradoksalt nok få den konsekvens, at Nordeuropa og specielt de nordiske lande får det koldere end nu.

Den løbske drivhuseffekt

Bliver vi ved at pumpe drivhusgasser ud i atmosfæren i det tempo, vi gør nu, risikerer vi på lidt længere sigt, at jordens klimaregulering bryder sammen.

Een mulighed er, at en stigning i den globale gennemsnitstemperatur vil betyde mindre snefald, afsmeltning af gletchere og mindre isdække på havene om vinteren. Det betyder, at jorden og havene absorberer mere varme, fordi deres refleksionsevne (albedo) bliver mindre, det betyder igen øget opvarmning osv. Højere temperaturer vil betyde, at den arktiske tundra begynder at smelte. Det vil medføre store udslip af methan og CO_2, som yderligere vil øge drivhuseffekten. En sådan positiv feed-back spiral kan få temperaturen til at stige uventet hurtigt.

Vi kan med andre ord få en „løbsk" drivhuseffekt med uoverskuelige konsekvenser.



Har klimaet ændret sig?

Som vi har set, ændrer klimaet sig hele tiden. Det kan være meget svært at skelne mellem kortsigtede, tilfældige klimasvingninger og mere langsigtede klimaændringer. Derfor vil det også være meget svært at „bevise" om kortsigtede klimaændringer er forårsaget af den menneskeskabte drivhuseffekt.

Sikkert er det, at koncentrationen af drivhusgasser i atmosfæren er stigende og vedbliver at stige. Og flere og flere forskere mener da også, at indicierne for, at den stigende drivhuseffekt er begyndt at slå igennem, er ved at være meget stærke.

I den sidste rapport udarbejdet af IPCC, en international forskergruppe nedsat af De Forenede Nationers Miljøprogram, hedder det bl.a. i konklusionerne:

„Jordens middel-overfladetemperatur er siden sidst i 18. hundredetallet steget med mellem 0,3 og 0,6°C, en stigning, som det er usandsynligt kan være sket udelukkende af naturlige årsager" og „Verdenshavenes niveau er globalt set steget med mellem 10 og 25 cm over de sidste 100 år, og en stor del af denne stigning kan hænge sammen med stigningen i den globale middeltemperatur."

Indicierne
Selvom vi ikke kan „bevise" konsekvenserne af en stigende drivhuseffekt, hober indicierne sig op. Det sidste årti har vejret slået den ene ubehagelige rekord efter den anden. Et klima med større svingninger og voldsommere ekstremer er netop, hvad mange klimaforskere forventer af en stigende drivhuseffekt.

Her er nogle få eksempler fra vejrdagbogen for 1995 alene:

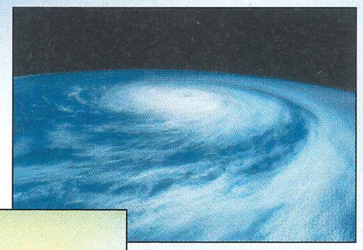
Tørke
Det nordøstlige Brasilien lider under den værste tørke i dette århundrede.

Den argentinske Pampas oplever den værste tørke nogensinde registreret.

Skovbrande på grund af tørke plager New South Wales i Australien.

Storme
I USA's midtvest registreres 1011 tornadoer. Den anden mest aktive sæson nogensinde registreret.

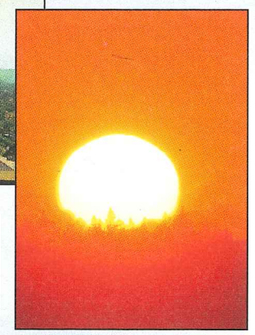
I Caribien gør 8 tropiske storme og 11 orkaner sæsonen til den værste siden 1933.



Varmerekorder
Sommeren 1995 bringer varmebølge og tørke til hele Europa. London oplever sin varmeste sommer siden 1659.

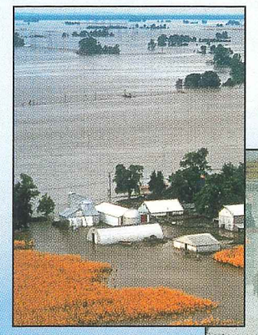
I Sibirien måles en næsten 3°C stigning i gennemsnitstemperaturen for 1995.

Også USA's midtvest og østlige stater plages af ekstrem hedebølge.



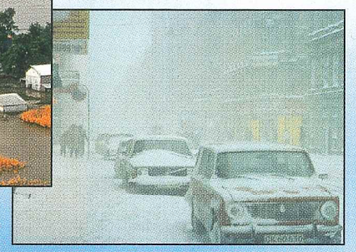
Oversvømmelser
Kraftige regnskyl medfører store oversvømmelser i såvel USA som Indien, Nepal og Bangladesh.

Det meste af Europa plages af oversvømmelser i løbet af vinteren og foråret. Nogle steder, bl.a. i Norge og i Italien, taler man om de værste oversvømmelser, der er registreret.



Kulde
En sommer præget af tørke og ekstreme varmegrader efterfølges af ekstrem kulde og snestorme, specielt i USA, Europa og Japan.

Mexico City oplever sit første snevejr i to årtier.



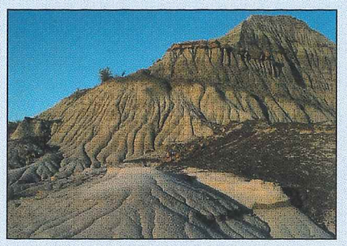
Naturen i fare

Selv en mindre stigning i havtemperaturen vil forårsage, at koralrevene mange steder i de tropiske have begynder at dø. Nedbrydningen vil yderligere forværres af forurening og en stigning i antallet af tropiske storme. Allerede nu er korallerne i mange områder truede eller ved at uddø.

Koralrev er de mest produktive og artsrige økosystemer efter de tropiske regnskove.

Vådområder og floddeltaer, specielt i tropiske områder, er udsat for stigende ødelæggelser på grund af flere og kraftigere tropiske storme. Dette gælder specielt mangrovesumpene, som dels fungerer som gydepladser for fisk, dels beskytter det bagvedliggende kystland.

En havstigning på ½ - 1 m i løbet af det næste århundrede som forudsagt af IPCC vil yderligere true disse områder.



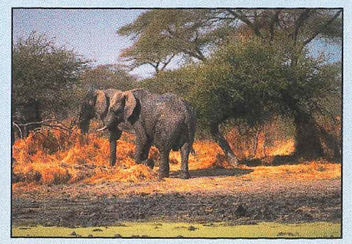
Voldsomme skovbrande kan blive en stigende trussel i områder, der udsættes for lange perioder med tørke.

Hvor tørken rammer områder, som i forvejen er udsat for overgræsning, kan jorderosion og omfattende ørkendannelser blive resultatet. Mange områder er i forvejen truede som følge af menneskets påvirkninger.

De fleste skove er tilpasset bestemte fugtighedsgrader og temperaturer. Op imod en tredjedel af jordens skove kan blive tvunget til at „flytte sig" som følge af de klimaændringer, der forudsiges. Da skove kun flytter sig meget langsomt, kan resultatet blive pludselige og omfattende tab af skovområder, som i forvejen er svækkede på grund af f.eks. forsuring.

De største temperaturstigninger forventes at ske på de nordligste breddegrader. Dette kan få store og uforudsigelige konsekvenser for den arktiske tundra og dennes dyreliv. Tundraen er i forvejen et meget følsomt økosystem.

Frigørelse af store mængder methan og CO_2 fra smeltende permafrostområder kan tilmed få stigningen i drivhuseffekten til at accellerere.



Et meget stort antal dyrearter er i forvejen truet af menneskets ødelæggelse af økosystemer over hele jorden. De klimaforandringer, der forudsiges for det næste århundrede, kan blive den faktor, som får i forvejen truede økosystemer til definitivt at bukke under. Og hermed et meget stort antal dyre- og plantearter, som er afhængige af dem.

Konsekvenserne af en voksende drivhuseffekt

— På kort sigt —

Mindre stigninger i den globale middeltemperatur. Disse vil være meget ujævnt fordelt og være svære at registrere på grund af normale klimasvingninger. Mere svingende klima med større vejrmæssige ekstremer.

Mindre temperaturstigninger i verdenshavene. Dette kan allerede registreres nu.

— På lang sigt —

Større stigninger i den globale middeltemperatur. Disse kan blive såvel meget ujævnt som uforudsigeligt fordelt. Større fordampning fra jorden og havene kan føre til en forøgelse af nedbørsmængden nogle steder og tørke andre steder.

Større vejrmæssige svingninger med mulige voldsomme ekstremer. Kraftigere storme, specielt i de tropiske områder.

Større temperaturstigninger i verdenshavene. Vandstanden i havene stiger mærkbart.

Mulige ændringer i de store havstrømmes styrke og retning. Dette kan få helt uforudsigelige konsekvenser.

Mennesket i fare

Et klima med flere og større ekstremer vil betyde, at vi kan forvente at antallet af oversvømmelser, tørkeperioder, skovbrande og storme stiger.

Dette vil først og fremmest gå ud over mennesker, som bor i områder, der er meget følsomme over for klimaskift. Det kan være tørre eller halvtørre områder, lavtliggende kystområder, områder, f.eks. floddale eller -deltaer, som i forvejen er oversvømmelsestruede, og små øsamfund.

Fra 1989 til 1995 er der sket ødelæggelser som følge af primært storme og oversvømmelser i et omfang som aldrig før.

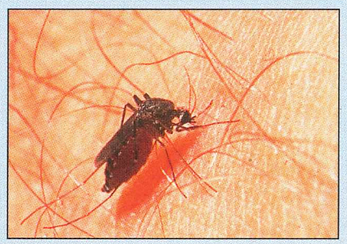
De økonomiske tab anslås til over 500 milliarder kr. for de største katastrofer alene. Dette har ført til, at forsikringsselskaberne i USA som et første skridt reducerer deres engagement i de områder, hvor der er stor risiko for stormskader, oversvømmelser eller skovbrande.

80 lande med ialt 40% af verdens befolkning lider allerede idag af kronisk vandmangel. Vandmanglen er den væsentligste begrænsning for landbrugsproduktionen i mange områder.

Mange steder konkurrerer hastigt voksende storbyer med landbruget om de tilgængelige vandressourcer.

Kombinationen af hyppigere tørkeperioder, oversvømmelser og kraftigere storme kan resultere i faldende høstudbytte i mange lande. For de lande, der i forvejen er fattige og udsatte for f.eks. tørke eller oversvømmelser, kan konsekvensen let blive tiltagende hungersnødkatastrofer.

IPCC's sidste rapport konkluderer bl.a. at havoverfladen i gennemsnit vil stige ca. 50 cm i løbet af det næste århundrede. Lokalt vil havoverfladen kunne stige med op til 120 cm. Selv mindre stigninger end disse vil kunne true kyst- og øsamfund, floddeltaer og ferskvandsressourcer mange steder. Nogle af de lande, der vil blive hårdest ramt er blandt de fattigste i verden, til eksempel Bangladesh.



De helbredsmæssige konsekvenser af et varmere og mere skiftende klima kan blive uoverskuelige. Udover truslen fra vandmangel og fødevaremangel i mange områder, vil vi se mange insektbårne sygdomme sprede sig til nye områder. Specielt tropiske sygdomme som malaria forventes at sprede sig kraftigt.

Hvad skal der gøres?

Kan vi leve med konsekvenserne af en kraftigt stigende drivhuseffekt? Det letteste svar er, at det bliver vi nødt til. Uanset hvad vi gør, vil drivhuseffekten fortsætte med at stige i lang tid fremover. Spørgsmålet er, hvor meget vi skal gøre, og hvor hurtigt det skal gøres.

I konklusionerne fra IPCC, det internationale klimapanel, siges det bl.a.: „- der er ikke nogen sikkerhed for, at små påvirkninger af klimaet kun fører til små ændringer af klimaet. Tværtimod er det meget vel muligt, at små påvirkninger kan udløse store klimatiske ændringer" og „En stabilisering af koncentrationen af drivhusgasser betyder ikke, at klimaet holder op med at ændre sig. Efter en stabilisering er opnået, vil den globale middeltemperatur fortsætte med at stige i nogle hundrede år og havets overflade i mange hundrede år."

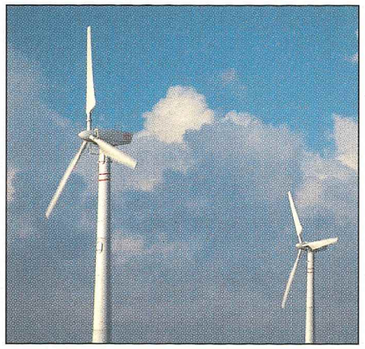
Med andre ord skal vi nedbringe udslippene af drivhusgasser så meget som muligt og så hurtigt som muligt. Omkostninger ved at trække tiden ud kan blive uoverskuelige. Og de kommer vel at mærke til at ramme vores børn langt hårdere end os selv.

Hvis atmosfærens CO_2-koncentration ikke skal stige yderligere

Det bedste ville naturligvis være, hvis vi kunne undgå en stigning i atmosfærens indhold af CO_2, og derefter hurtigt fik niveauet bragt ned på det førindustrielle niveau. Desværre er dette næppe realistisk. IPCC, FN's klimapanel, anslår, at CO_2-udledningerne til atmosfæren i så fald skulle reduceres med 50-70% øjeblikkeligt og derefter fortsat reduceres.

Problemet er, at når der slippes mere CO_2 ud i atmosfæren end atmosfæren kan nå at skaffe sig af med igen, f.eks. ved at afgive det til havene og kontinenterne, bliver koncentrationen af CO_2 ved med at stige - også selv om vi standser for væksten i udslippene. Skal koncentrationen af CO_2 i atmosfæren stabiliseres, må vi altså skære kraftigt ned på udslippene.

Et samfund uden CO_2-udslip



En utopi vil mange mene. Men rent faktisk besidder vi allerede nu den fornødne teknologi til at skabe en energiforsyning uden brug af fossile energikilder. Om vi vil bruge de teknologiske muligheder er først og fremmest en politisk beslutning. Et af de allerstørste problemer - rent politisk - vil være at skabe et trafiksystem uden brug af fossile brændsler

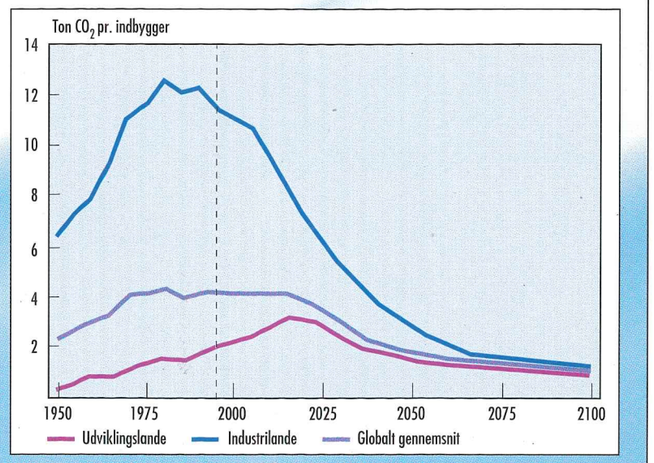
Forskellige forløb - ukendte konsekvenser

Når det er urealistisk at stabilisere atmosfærens koncentration af CO_2 med det samme, hvad så?

IPCC har opstillet forskellige fremskrivninger - såkaldte scenarier - for hvad vi skal gøre globalt set for at opnå forskellige mål. Det „pæneste" scenarie regner med en stabilisering på 450 ppm CO_2 i atmosfæren. Dvs. ca. halvanden gang niveauet fra før mennesket begyndte at gribe ind i balancen. Dette mål arbejdes der henimod internationalt, men der er endnu langt til bindende internationale aftaler.

Selv hvis vi kunne stabilisere CO_2 niveauet øjeblikkeligt, vil temperaturen blive ved med at stige i hundreder af år endnu og havet vil fortsætte med at stige i endnu længere tid. Så lang tid vil der gå, før der igen kommer en slags balance i klimaet på et nyt, og sandsynligvis varmere niveau end idag.

Nøjes vi med at sigte efter et mål på 450 ppm eller endnu højere, vil temperaturen blive ved at stige i endnu længere tid og risikoen for en klimakatastrofe være endnu større.



Figuren viser, hvad der kræves for at stabilisere CO_2-koncentrationen i atmosfæren på 450 ppm. Det ses, at selv dette begrænsede mål kræver, at industrilandene nedskærer deres forbrug af fossile brændsler meget kraftigt.

Tør vi vente på politikerne?

Mens forskerne er begyndt at sætte røde streger under advarslerne, forsøger mange politikere nærmest at trække tiden ud. De langsigtede løsninger kan godt være lidt ubehagelige på kort sigt. Det giver ikke umiddelbart stemmer at forsøge at løse drivhusproblemet.

Det letteste - politisk set - er at gøre det hele til et spørgsmål om internationale hensigtserklæringer. Alle kan herefter undskylde sig med, at man afventer en international aftale. Eller at de andre ikke overholder indgåede aftaler.

Det er selvfølgelig hårdt sat op. Men der er i de fleste vestlige lande en udpræget modvilje mod at gå forrest. „Det kan jo gå ud over økonomi, arbejdspladser osv.".

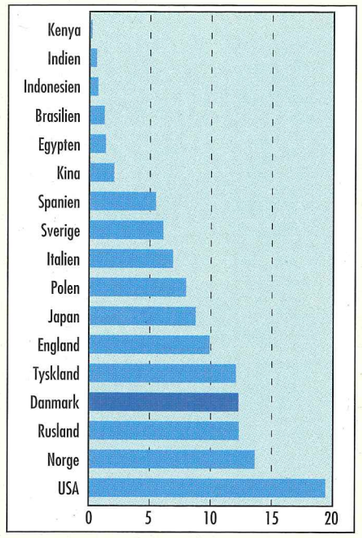
Danmark har, foreløbig som det eneste land, vedtaget en energiplan, som tager drivhusproblemet alvorligt. Men også herhjemme er der hos mange partier en tendens til hellere at ville lade stå til end at løse problemerne. Specielt når det drejer sig om økonomiske virkemidler til at nedbringe forbruget af fossile brændsler, er modviljen stor.

Syndere og ofre

Der er stor forskel på, hvor meget jordens indbyggere bidrager til drivhuseffekten. Og Danmark ligger langt fra i den pæne ende af skalaen. Faktisk er vi et af de lande, der pr. indbygger bidrager mest til drivhuseffekten.

Til gengæld vil Danmark næppe være blandt de lande, der vil lide mest under fremtidige klimasvingninger. Meget tyder på, at de lande, der i forvejen er mest udsatte for klimamæssige ekstremer også vil lide mest under en stigende drivhuseffekt. De fleste af disse lande er i forvejen blandt de fattigste i verden. Og dermed også dem, der bidrager mindst til drivhuseffekten.

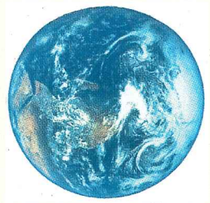
Danmarks indsats alene er naturligvis ikke nok til at løse drivhusproblemet. Men hvis ikke de lande, som bidrager mest til problemet, gør noget ved det, hvem skal så?



CO_2-udslippet i tons pr. indbygger i forskellige lande.

De små øsamfund i Stillehavet er blandt dem, der bidrager mindst til drivhusproblemet, men også dem, der kommer til at lide mest under det.

Danmark er blandt de lande, der bidrager mest til drivhusproblemet, og sandsynligvis vil lide mindst under det.



Internationale aftaler

FN's klimakonvention, som Danmark sammen med 154 andre lande har ratificeret, har som målsætning at standse væksten i atmosfærens indhold af drivhusgasser på et koncentrationsniveau, som ikke giver farlige klimaændringer. Som et første skridt har industrilandene forpligtet sig til, at deres udledninger i år 2000 ikke må overskride niveauet for 1990. På klimakonventionens første partskonference i Berlin i 1995 blev det vedtaget, at der i 1997 skal fastsættes bindende reduktionsmål for år 2005, 2010 og 2020.

Den danske politik

Den danske energipolitik har som mål, at CO_2-udledningen skal stabiliseres under 1990-niveauet i år 2000 og reduceres med 20% i år 2005 i forhold til 1988-niveauet. Danmark arbejder internationalt for en aftale om reduktion for I-landene på 50% i år 2030.

Skal vi læne os tilbage og vente på, hvad politikerne beslutter?

Vi skal huske, at politikerne kun gør noget ved drivhusproblemer, hvis de mærker at befolkningen ønsker det.

De første skridt ...

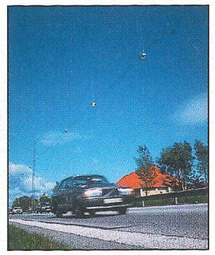
Nogle mener, at et højt energiforbrug er forudsætningen for et godt liv. Det er ikke rigtigt. Faktisk har vi idag teknologien parat til at nedsætte vores energiforbrug meget væsentligt. Problemet er, at vi dels skal være parate til at investere såvel lidt penge som noget tid. Ny teknologi alene er nemlig ikke nok. Vi skal også være parate til at lave om på vores dårlige vaner. De fleste af os spilder energi unødigt, af glemsomhed, på grund af dårlige vaner eller bare af uvidenhed. De første skridt er ofte de vigtigste.

Dårlige vaner spilder energi...

Har du åbent vindue over en radiator med termostat uden at skrue ned for termostaten? Husk at termostaten automatisk skruer op for varmen, hvis du ikke lukker den.

Lader du fjernsynet eller computeren køre selvom du ikke bruger den?

Lader du lyset brænde på steder, hvor det er unødvendigt?



Dårlige bilvaner kan være dyre. God vedligeholdelse af bilen og rolig kørsel kan spare mere benzin end man umiddelbart skulle tro.

Starter du bilen for at køre ganske korte afstande, hvor du nemt kunne gå eller cykle? Korte ture bruger uforholdsmæssigt meget benzin.

Har du en lang tur dagligt til og fra arbejde? Så kør flere sammen, hvis det er muligt.

Tøjvask og tørring er den største enkeltpost på de fleste husholdningers elregning. I gennemsnit udgør det 24%.

Derfor:

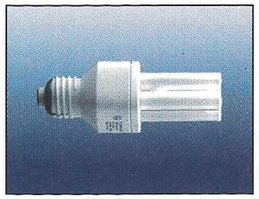
Fyld vaskemaskine og tørretumbler helt op.

Vask aldrig ved højere temperaturer end nødvendigt.
Det bruger 30-40% mere energi at vaske ved 90°C end ved 60°C. Brug energispareknappen og vask ved en lidt lavere temperatur.

Centrifuger tøjet mest muligt i vaskemaskinen. Jo mindre vand, der skal fordampes, desto mindre el bruger tørretumbleren.

Tør tøjet på en tørresnor, hvis du har mulighed for det. Tørretumblere bruger meget energi.

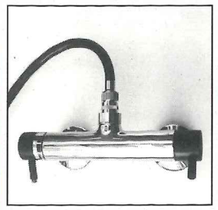
Bedre teknologi sparer energi...



Skift til lavenergipærer, specielt hvor lyset brænder meget. Ekstraudgiften er hurtigt sparet ind ved mindre elforbrug og længere levetid.

Der er stor forskel på, hvor meget energi hårde hvidevarer bruger. Skal du udskifte vaskemaskine, fryser eller køleskab, køb det mest energieffektive på markedet. Det betaler sig også økonomisk i det lange løb.

Overvej dine indkøb af elforbrugende apparater. Har du i virkeligheden behov for f.eks. en elektrisk køkkenkniv, dåseåbner eller bladstøvsuger til haven. En elopvarmet vandseng er muligvis komfortabel, men bruger mere el, end de fleste forestiller sig



Skift til vandbesparende armaturer i haner og bruser. Det sparer både vand og energi.

Få rengjort varmeanlægget regelmæssigt, specielt hvis det er et oliefyr eller naturgasfyr. Et ældre varmeanlæg vil ofte med økonomisk fordel kunne udskiftes med et nyt, mere effektivt anlæg.

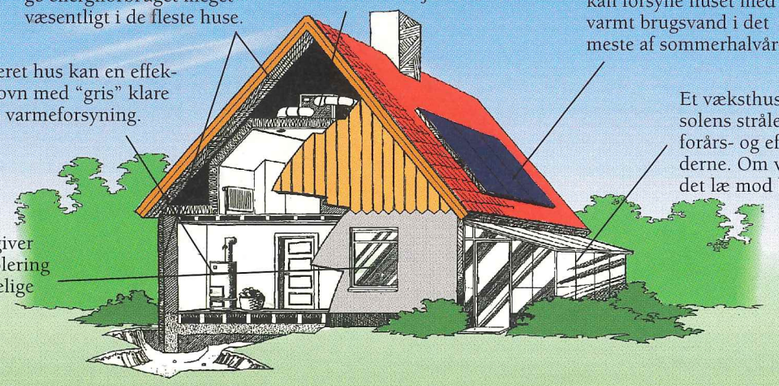
Ting, der rykker ...

Energiforbruget til opvarmning af boliger udgør stadig en meget væsentlig del af det samlede energiforbrug i Danmark.

Specielt i ældre parcelhuse er der ofte gode muligheder for at nedsætte energiforbruget både til opvarmning og til varmt brugsvand. Supplerer man med vedvarende energi i form af en solfanger på taget, en effektiv brændeovn og evt. en andel i en vindmølle, så begynder det at batte noget.

Det energirigtige hus...

Der er mange muligheder for at nedsætte energiforbruget i din bolig. Her er nogle få af mulighederne:



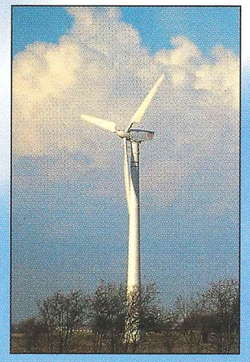
Elvarme
Elvarme er en både ineffektiv og dyr energikilde. Det er muligt at få tilskud til at omstille til centralvarme med radiatorer, hvad enten du bor i eller udenfor et område med kollektiv varmeforsyning.

Varmesyn
Man kan få at vide, hvordan ens hus har det med energiforbruget ved at få lavet et såkaldt varmesyn af en energikonsulent. Her kan man også få at vide, hvad der bør forbedres, hvor meget energi, der kan spares, og hvad det omtrentligt koster.

Brug solen...

Et solvarmeanlæg til et eenfamiliehus bruges typisk til at dække varmtvandsforbruget i sommerhalvåret, hvor olie- eller gasfyret så slukkes. Det er specielt nærliggende at tænke på et solvarmeanlæg i forbindelse med udskiftning af en gammel varmtvandsbeholder eller skift fra olie til naturgas.

Brug vinden...



Elproduktion med kulkraftværker giver store mængder CO_2. Derfor betyder det meget at spare på elektriciteten. Ønsker du at gøre mere endnu, kan du de fleste steder i landet finde vindmøllelaug, hvor du kan blive medejer af en vindmølle eller vindmøllepark.

Behov for langsigtet planlægning

Een ting er, hvad vi hver især kan gøre i vores hverdag for at bruge mindre energi. En anden ting er de meget større besparelser, vi kunne opnå, hvis vi planlagde udfra, at der skal bruges så lidt fossilt brændsel som muligt. Faktisk er det stadig sådan, at man ofte bliver belønnet for at bruge løs af energien og straffet for at spare. For at tage et enkelt eksempel ud af mange: Beslutter man at tage offentlige transportmidler til og fra sit arbejde i stedet for bilen - hvilket oftest er meget mere energieffektivt - straffes man med høje priser, lange ventetider og dårlig komfort. Det betyder naturligvis, at færre mennesker bruger offentlig transport og flere tager bilen.

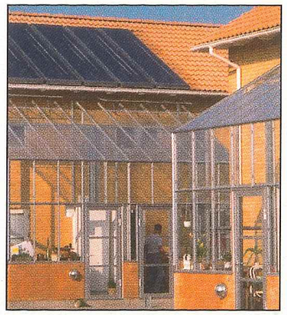
Skal der spares for alvor på de fossile brændsler, kræver det langsigtet planlægning. Dermed kræver det også politikere, som tør planlægge langsigtet - også selvom det strider imod nogle interessegruppers kortsigtede ønsker.

Planlægning skal motivere til energibesparelser

Vores økonomiske system er konservativt, når det drejer sig om energibesparelser. Banker og kreditinstitutter er meget lidt villige til at påtage sig en risiko ved at låne penge ud til energibesparende initiativer som ikke i forvejen er gennemprøvede og kendte. Det er langt lettere og billigere for elværkerne at finansiere et nyt kulkraftværk end det er for private eller boligselskaber at finansiere lavenergiboliger.

Det er naturligvis en uholdbar situation, hvis vi skal bringe energiforbruget ned.

Billige lån til energibesparelser
Idag er det svært og i nogle tilfælde umuligt at få kreditforeningslån til byggeri, som er bygget med et så lille energiforbrug som muligt for øje. Da det er langt bedre for både miljø og samfundsøkonomi at spare fremfor at bygge nye kraftværker, bør det offentlige sørge for billige, evt. statsgaranterede lån på dette område.



Kollektiv trafik bør prioriteres

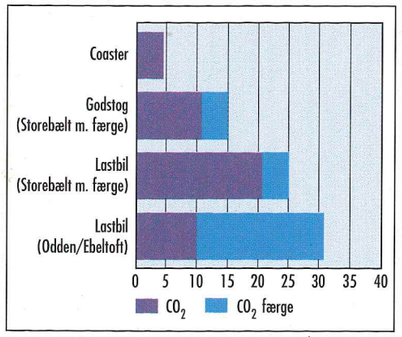
I de sidste mange årtier har vi planlagt visionsløst til gavn for den individuelle trafik, på trods af at alle ved, det er en blindgyde med større og større forurening, CO_2-udslip og trafikproblemer til følge. Nye veje og motorveje bliver bygget, når der er behov for dem. Og det er der som regel. Offentlig transport bliver bygget, når der er råd. Og det er der sjældent.

Den kollektive trafik har det problem, at den kræver langsigtede investeringer og dermed en modig og visionær planlægning. Skal mere transport flyttes over til kollektive transportmidler, kræver det først og fremmest økonomiske incitamenter. Vil man have mere persontrafik flyttet over til tog, skal det ikke blot være lige så komfortabelt som at køre i bil. Det skal helst også være billigere.

Vi trænger hårdt til nytænkning på trafikområdet. Bilen er næppe løsningen på fremtidens transportbehov.

Sporvogne eller de såkaldte lightrails er genindført i en lang række europæiske byer. De er både hurtige, komfortable og miljømæssigt fordelagtige. Hvornår tør de danske politikere lære af udlandets erfaringer?

Figuren viser, hvor meget CO_2, der slippes ud i atmosfæren ved tre forskellige måder at transportere 1.000 tons gods fra København til Århus. Coasteren vinder klart, men kan bl.a. på grund af havneafgifter ikke klare sig i konkurrencen.



Behov for en langsigtet og visionær energiplanlægning

Slut med kulkraftværkerne

Det må være slut med at lade kortsynede elværksinteresser bestemme den danske energiplanlægning. Nye kulkraftværker kræver store investeringer, som binder os til et stort forbrug af kul i lang tid fremover. I stedet bør pengene anvendes til energibesparelser.

Energibesparelserne i højsædet

Det er bedre og billigere at spare energi end at bygge nye kraftværker. Og der er stadig et enormt uudnyttet potentiale for energibesparelser. Et eksempel er boligopvarmningsområdet, hvor de teknologiske muligheder, både når det gælder nye boliger og efterisolering af gamle boliger, ligger milevidt over det, der i dag er udnyttet.

Energiplanlægningen skal fremskynde den teknologiske udvikling, vi ønsker

Jo hurtigere, vi kan frigøre os fra de fossile brændsler som kul, olie og naturgas, desto bedre. Derfor må vores energiplanlægning først og fremmest gå ud på at udvikle og understøtte de energiteknologier og systemer, som skal udgøre ryggraden i fremtidens energiforsyning.

En energiforsyning baseret på vedvarende energi vil se helt anderledes ud end et forsyningssystem baseret på store kulfyrede kraftvarmeværker. Det bør energiplanlægningen allerede nu tage hensyn til. Ellers bliver det unødigt svært at omstille vores energiforsyning til vedvarende energi.

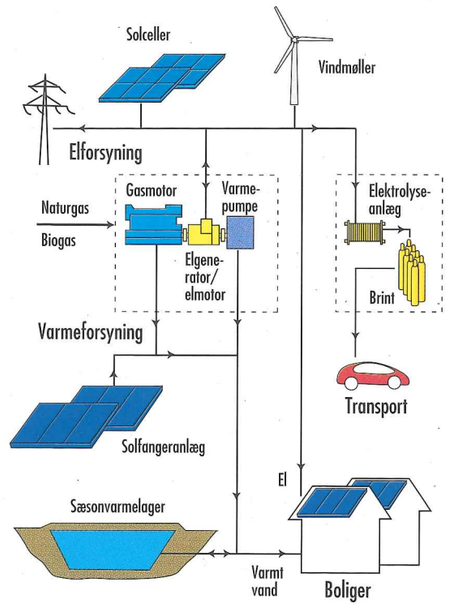
Integrerede energisystemer

Når den største del af vores energiforsyning skal baseres på vedvarende energikilder som sol, vind og biomasse, har vi brug for et meget mere fleksibelt energiforsyningssystem end det nuværende. Vi får f.eks. brug for at kunne lagre både varme og el fra perioder med lille forbrug til perioder med stort forbrug.

De store kulfyrede kraftvarmeværker kan erstattes af små kraftvarmeværker, der i langt højere grad kan variere produktionen af el og varme efter behovet. Dette kan f.eks. ske ved hjælp af varmepumper, som kan omdanne overskydende elproduktion til varme. Et sæsonvarmelager kan gemme overskydende varmeproduktion fra kraftvarmeværket og fra solvarmeanlæg fra sommer til vinter.

På lidt længere sigt, vil det ved hjælp af brændselsceller være muligt at omdanne overskydende elproduktion til brint, som kan oplagres eller bruges som brændstof i transportmidler.

Fremtidens energisystem



I fremtidens integrerede energisystemer kan solceller, vindmøller og solfangeranlæg levere hovedparten af vores energiforbrug. Varmepumpeanlæg og sæsonvarmelagre kan sørge for, at varmen er der, når vi skal bruge den.

Kan superteknologi redde os?

Småt kan være meget godt, men stort er - næsten pr. definition - bedre, når elforsyningsselskaberne i Danmark skal bestemme sig for fremtidens elforsyningsteknologier. Det samme gælder for den øvrige del af den vestlige verden - og det meste af resten.

Derfor har elværkerne i de sidste årtier sværget til kulkraftværker - helst så store som muligt. Og derfor er endnu større atomkraftværker endnu engang trukket op af hatten. Denne gang som løsningen på drivhusproblemet.

Store komplicerede teknologier har det med at medføre store og komplicerede problemer. For atomkraftens vedkommende har det medført så store omkostninger, at de fleste lande har nedtonet eller helt opgivet igangværende atomkraftprogrammer. Alligevel satser EU på endnu en superteknologi, nemlig fusionsenergien. Er atomkraftværker store, dyre og komplicerede, vil fusionskraftværker blive om muligt langt større, langt mere komplicerede og langt dyrere. Endnu kan ingen sige, om det overhovedet er muligt at bygge et sådant kraftværk. Men EU vil satse milliarder af kroner på projektet, som allertidligst forventes at give resultater efter år 2050. For sent til at give os en løsning på drivhusproblemet.

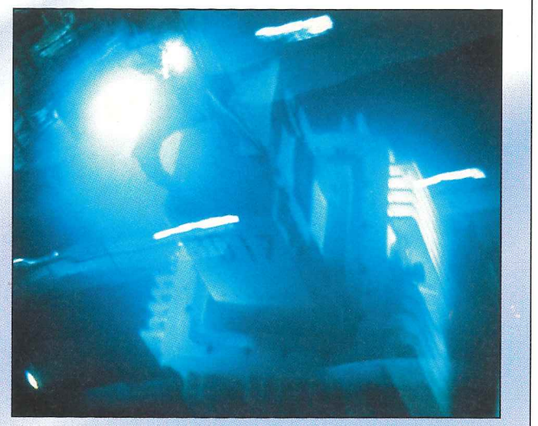
Atomkraft - en risikofyldt og forældet teknologi

Den civile atomkraft var lige fra begyndelsen en direkte udløber af atomvåbenteknologien. Og mange lande enten har skaffet sig eller forsøger at skaffe sig atomvåben ved hjælp af deres civile atomkraftprogrammer. Var det kun for energiproduktionens skyld, er det sandsynligt, at der aldrig var blevet bygget atomkraftværker.

Atomkraftværker er dyre. Og jo sikrere, de skal være, jo dyrere bliver de. Men selv ikke nok så store investeringer i sikkerhed kan tage hensyn til alle fejlmuligheder - specielt ikke de menneskelige.

Atomkraftens affaldsproblem er - efter over 40 års anstrengelser - stadig ikke løst. Det højradioaktive affald skal opbevares i hundredetusind år før det er nogenlunde ufarligt. Endnu har man ikke fundet blot eet sted i verden, som er egnet til slutdeponering af højradioaktivt affald.

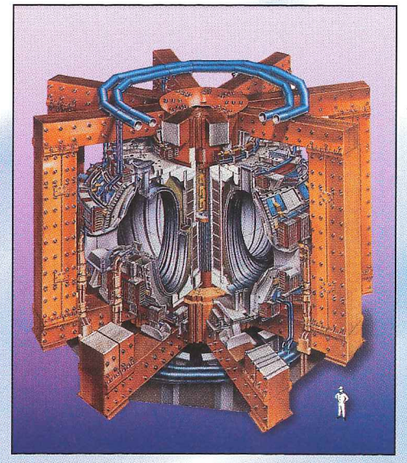
Og der er flere problemer endnu: Enorme mængder radioaktive slagger fra uranminerne, store risici ved transport af radioaktivt affald osv. osv. Så mange problemer, at vi idag må konkludere, at atomkraft er en farlig, dyr og på mange måder forældet teknologi.



Fusionsenergi - drømmen om den ubegrænsede energikilde

Energi fra havvand. Det lyder for godt til at være sandt. Og det er det også foreløbig. Fusionenergi er sammensmeltning af to atomkerner til en ny og tungere kerne under udløsning af store energimængder. Brændstoffet er en tung brintisotop ved navn deuterium, som findes i havvand og derfor i næsten uendelige mængder.

Desværre er virkeligheden langt mere kompliceret. Fusionsprocessen kræver bl.a. supertungt brint - såkaldt tritium - som ikke findes i naturen, men skal dannes i reaktoren ud fra stoffet lithium. Og fusionsreaktionen kræver temperaturer på ca. 100 milllioner grader. Det betyder, at det såkaldte plasma, hvor fusionen sker, ikke må komme i forbindelse med forbrændingskammerets vægge, for så smelter de.



De problemer, der er med at udnytte fusionsenergi, er langt fra løst. Et internationalt projekt går ud på at bygge en demonstrationsreaktor, som skal stå færdig i år 2035, til ca. 50 milliarder kr. Går alt efter planerne og bliver alle uløste teknologiske problemer løst, kan den første produktionsreaktor tidligst stå færdig i år 2050.

Spørgsmålet er så, om der er nogen mening i at bruge milliarder af kroner på en teknologi, som endnu ikke er udviklet, som efter al sandsynlighed bliver vanvittig dyr og som tidligst kan erstatte fossile brændsler om 50 - 100 år.

Hvilken teknologisk udvikling?

Teknologiudvikling er ikke noget, der sker af sig selv. Det er heller ikke tilfældigt i hvilken retning, teknologien udvikler sig. Vi, dvs. samfundet, bestemmer i hvilken retning, teknologiudviklingen skal gå. Det gør vi ved at prioritere, hvordan de penge, der er afsat til forskning og udvikling i nye teknologier, bliver fordelt. Giver vi f.eks. mange penge til forskning i atomkraft og fusionsenergi, bliver der færre penge til forskning og udvikling i andre mere miljøvenlige og måske også hurtigere brugbare teknologier.

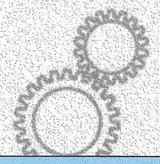
Vedvarende energiteknologier er et godt eksempel på et område, som er blevet voldsomt underprioriteret set i lyset af de store muligheder, der ligger her, og det voldsomme behov, vi har for at frigøre os fra de fossile brændsler. De fleste penge er i stedet gået til forskning i atomkraft, kul, olie og naturgas.

Vi kan ikke undvære teknologisk udvikling. Men det er mere end nogensinde vigtigt, at vi gør os klart, hvilke teknologier, vi har brug for. Det er åbenlyst tåbeligt at bruge penge på forskning i forældede teknologier som atomkraft. Men det vil være ligeså dumt at satse millionerne på eksotiske fremtidsteknologier, når den teknologi, vi har behov for, allerede eksisterer eller ligger lige om hjørnet.

Nogle af de områder, hvor der bør forskes og udvikles i de kommende år

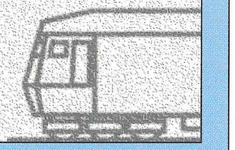
Energieffektive og ressourcebesparende produktionsprocesser

Der er mulighed for store energibesparelser ved at effektivisere industriens produktionsprocesser. Denne udvikling er igang, men bør intensiveres.



Energieffektivt og fleksibelt kollektivt trafiksystem

Der er ikke sket nogen væsentlig nyudvikling af kollektive trafiksystemer i flere årtier. Vi har brug for udvikling af fleksible og energieffektive kollektive transportsystemer.

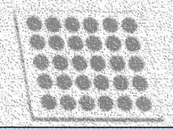


Vindenergi

Vindenergien har gennemgået en rivende udvikling i løbet de sidste 20 år. Men der er stadig brug for udvikling af billigere og mere effektive vindmøller og f.eks. møller til placering på havet.

Solceller

Solceller kan komme til at spille en meget væsentlig rolle i fremtidens energiforsyning. Derfor bør udvikling af billigere og mere effektive solceller prioriteres højt.

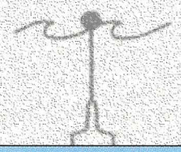


Styring af mange små enheder i et energiforsyningssystem

Idag består vores energiforsyningssystem fortrinsvis af større enheder. Et energiforsyningssystem med vedvarende energi og mange små enheder vil kræve udvikling af mere fleksible styringssystemer.

Bølgeenergi

Der ligger store energiressourcer gemt i havets bølger. Men forskning og udvikling af bølgeenergi har været et underprioriteret område. Det bør der laves om på.

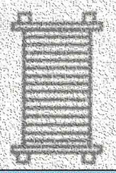


Energilagringsteknologier

Fælles for de vedvarende energikilder er, at de ikke altid er der, når man har brug for dem. Derfor må udvikling af energilagringteknikker prioriteres langt højere end tilfældet er idag.

Brændselsceller

Udvikling af billige og effektive brændselsceller vil betyde mulighed for en langt mere fleksibel udnyttelse af de vedvarende energikilder. Det vil også give mulighed for at lagre overskudsenergi som brint.



Her kan du få flere informationer

Kilder

„The Climate Time Bomb" Greenpeace, juli 1994. Oversigt over klimatiske hændelser, naturkatastrofer, rapporter mm. i tiden maj 1990 til februar 1994.

„Danmarks Energifremtider" Energistyrelsen 1995. Rapporten indeholder en samlet ajourført fremstilling af de vigtigste forhold, der indvirker på den danske energisektor, samt en analyse af de tekniske muligheder for at nedsætte energiforbruget og for at indpasse vedvarende energi i det danske energisystem i stor skala. Kan rekvireres hos Energistyrelsen, Informationen. Tlf: 33 92 67 00

„Danmarks vedvarende energiressourcer" Energistyrelsen 1996, bilag til Danmarks Energifremtider. Denne rapport giver en samlet fremstilling af den nuværende viden om omfanget af Danmarks vedvarende energiressourcer. Kan fås gratis hos Energistyrelsen, Informationen. Tlf: 33 92 67 00

„Drivhuseffekten og det globale klima" Videnskabelig status, januar 1995. Af Peter Laut, Instituttet for anvendt kemi, DTU.

„Du danskes vej til ros og magt" Natur og Miljø, 2/1993

„Energi 21 - Regeringens energihandlingsplan 1996" Miljø & Energiministeriet 1996. Energi 21 er regeringens plan for en bæredygtig energiudvikling i Danmark i en international sammenhæng.

„Energinyt" nr. 1/96, Energistyrelsen 1996. En kort gennemgang af „Danmarks energifremtider" oplægget til den nye officielle energiplan Energi 21. Kan rekvireres hos Energistyrelsen, Informationen. Tlf: 33 92 67 00

„Fremtidens klima" Danmarks Meteorologisk Institut 1996. DMIs oversættelse af „Summery for Policymakers" og „Technical Summery" af bidraget fra IPCC arbejdsgruppe 1 (den teknisk videnskabelige arbejdsgruppe) til IPCC anden samlede rapport fra 1995. Kan købes hos boghandlere.

„Fremtidens vedvarende energisystem" Af Bent Sørensen m.fl. Teknologinævnet 1994. Teknologinævnets rapporter 1994/3

„Global Warming" Newsweek, 22. januar 1996

„Havstrømme kan ædre klimaet" Ingeniøren 13.05.94

„I oceanernes kolde hjerte". Fjersynsudsendelse d. 10.12.95, DRTV.

„IPCC Second Assessment Synthesis of Scientific-Technical Information", WMO & UNEP, 1995

„IPCC Working Group I 1995 Summary for Policymakers"

„IPCC Working Group II 1995 Summary for Policymakers"

„IPCC Working Group III 1995 Summary for Policymakers"

„Jordens overlevelse" Af James Lovelock. Politikens Forlag 1992.

„Klimakonventionen og Konventionen om Biologisk Mangfoldighed", vedtaget på FNs konference om miljø og udvikling i Rio, 1992. Kan fås ved henvendelse til Udenrigsministeriet, Asiatisk Plads 2, 1448 København K, tlf: 33 92 00 00

„Klimaproblemer og drivhuseffekten" Energistyrelsen 1996, bilag til Danmarks Energifremtider. Rapporten giver et kort overblik over drivhusproblemets karakter og den aktuelle videnskabelige forståelse på området. Kan fås gratis hos Energistyrelsen, Informationen Tlf: 33 92 67 00

„New Views on an Old Planet" Tjeerd H. van Andel. Cambridge University Press 1985.

„Ny energi" No. 1. Af Klaus Illum og Bernd Möller. Aalborg Universitetsforlag, 1996. Tlf. 98 13 09 15

„Planetary Overload" Af McMichael 1993

„Protecting the Earth" A status report with recommendations for a New Energy Policy. Deutcher Bundestag, Bonn 1993

„Some like it hot" World Wildlife Foundation International, 1993

Internet-adresser om energi og miljø mm.

Find links til danske og udenlandske adresser på Internettet om energi, miljø, drivhuseffekt mm. på OOAs hjemmeside. Adressen er:

http://www2.dk-online.dk/users/OOA

Her kan du også finde en link til IPCC, hvor det er muligt at finde de rapporter, der er nævnt i kildehenvisningerne.

Øvrig litteratur

„Atomkraft - nej tak?" af Jørn E. Albert, Forlaget Forum 1988. God til undervisning på 7 - 10. klassetrin.

„Atomkraft og miljø" af Axel Bredsdorff, Gyldendal 1988. God og grundig bog, der kan bruges til undervisning i gymnasiet og i de højeste klassetrin i folkeskolen.

„Agenda 21 - en dagsorden for bæredygtig udvikling" FN-forbundet og MS 1994. En forkortet og bearbejdet udgave af Agenda 21 og andre dokumenter fra FNs konference om miljø og udvikling i Rio i 1992. Mellemfolkelig Samvirke Tlf: 33 32 62 44

„Den globale alliance" WWF Verdensnaturfonden 1993. Om de globale miljøproblemer. Velegnet til undervisning i gymnasie, HF mm.

„Drivhuseffekten og ozonlaget" af Axel Bredsdorff, Forlaget Forum 1990. God til undervisning i 7 - 10. klassetrin.

„Demokrati og forandring - Energihandlingsplan 96", Af F. Hvelplund, H. Lund, K.E.Serup og H. Mæng, Aalborg Universitet 1995. Danmark har svært ved at realisere sin energipolitik. Hvad er det der går galt? Og hvad kan der gøres ved det? Aalborg Universitets Forlag tlf: 98 13 09 15

„Energiforbrug - livstil og adfærd" Energistyrelsen 1995, bilag til Danmarks Energifremtider. Rapporten beskæftiger sig med energiforbrug, livstil og adfærd. Kan fås gratis hos Energistyrelsen,tlf: 33 92 67 00

„Vital Signs 96" World Watch Institute, 1996

Information om energibesparelser, vedvarende energi og grøn livsstil

Den Grønne Telefonnøgle", med mere end 5.500 adresser på producenter og forhandlere af miljøvenlige varer og adresser på miljøorganisationer.
BæreDygtighed ApS, Ågårdsvej 2, 4653 Karise. Tlf.53 68 86 70

Grøn Information, Fiolstræde 17, 2. 1171 Kbh. K. tlf: 3313 6688. Telefonrådgivning om miljøemner. Tilbyder gratis abonnement på informationsark med miljøfakta om udvalgte produktgrupper.

„Håndbog i grøn livsstil" I denne håndbog præsenteres en handlingsplan, der vil hjælpe dig til en grøn livsstil - og til at se, hvor meget den betyder for miljøet.
Grøn Livstil, Gl. Kirkevej 46, 8530 Hjortshøj, tlf: 86 74 12 98

Ring & Spar Tlf: 33 12 73 80. Telefontjenste, hvor energikonsulenter giver råd og vejledning om energibesparelser

Energi- & Miljøkontorene, giver gratis information og vejledning om energi- og miljøspørgsmål. Der findes ca. 19 kontorer spredt i Danmark. Få nærmeste kontor oplyst på tlf: 86 61 23 22.

Informationssekretariatet for Vedvarende Energi. Giver rådgivning og information om vedvarende energi samt støttemuligheder. DTI, Postboks 141, 2630 Taastrup. tlf:43 99 60 65.

Græsrodsbevægelser, organisationer mm.

Danmarks Naturfredningsforening, Nørregade 2 1165 Kbh. K. Tlf: 33 32 20 21

Greenpeace, Bredgade 20, bagh.4. 1260 Kbh. K. tlf: 33 93 53 44

De Grønne Familier, Landssekretariat, Fiolstræde 17, 4. 1171 Kbh. K. tlf: 33 15 33 45.

Energibevægelsen OOA, Ryesgade 19, 2200 Kbh. N. Tlf. 31 35 55 07

Natur & Ungdom, Klostermøllevej 48 A, 8660 Skanderborg Tlf: 75 78 25 66

NOAH, Nørrebrogade 39, 1.th. 2200 Kbh. N. tlf: 35 36 12 12

Organisationen for Vedvarende Energi OVE, Dannebrogsgade 8b, 8000 Århus C. Tlf. 86 76 04 44

Det Økologiske Råd, Borgergade 14, 5. 1300 Kbh. K Tlf: 33 15 09 77

Minimumskrav til PC:
486 med Windows 95, 4xspeed CD-ROM drev.
Skærm: minimumsopløsning 800 x 600, 256 farver

Sådan starter du demo'en:
Indsæt CD-ROM'en i CD-ROM drevet,
klik på **Start** og vælg **Kør**.
Indtast drevbogstavet for dit CD-ROM drev (normalt d:)
og dernæst \Runa4w32.exe
Klik nu på **OK**
Vælg filen Drvhdemo.a4r
Klik på **Åbn**

Denne CD-ROM er en demoversion af en undervisnings CD-ROM, der bliver udgivet i februar 1999 af Sun Media og Energibevægelsen OOA i samarbejde med Miljøstyrelsen. Udgiverlsen er i øvrigt støttet af Undervisningsministeriets Tipsmiddelfond og Den Grønne Fond.

Sun Media, tlf. 35 35 22 11
Energibevægelsen OOA , tlf 35 35 55 07

Energibevægelsens OOA er en partipolitisk uafhængig organisation, der siden 1974 har arbejdet med oplysning om atomkraft og miljøproblemer ved energiproduktion generelt.

OOA har til formål at fremme
- udformning af en langsigtet energipolitik, der er socialt og økologisk forsvarlig, fremme
- en kritisk vurdering af og oplysning om alle problemer ved brug af atomkraft
- øget forskning i og fornyet vurdering af andre energiformer.

Det bærende element i Energibevægelsen OOA er overbevisningen om, at det kan nytte - og kampen om atomkraft i Danmark er et godt eksempel på, at det nytter.

OOAs arbejde hviler på frivillig arbejdskraft og på økonomiske bidrag fra mange enkeltpersoner.

Støt OOAs oplysningsarbejde på giro 135 35 35.